

説明資料

関西電力(株)大飯発電所 3号機及び4号機 の現状評価書

平成25年7月3日
原子力規制委員会

本評価書（案）は、関西電力（株）大飯発電所 3 号機及び 4 号機が、新規制基準をどのくらい満たしているかについて、現状を評価した結果を取りまとめたものである。評価作業は、関西電力（株）から原子力規制委員会に提出された報告書に加え、評価会合やヒアリングにおいて関西電力（株）から提出された情報を基に、6 月末時点の施設と運用状況を対象とした。また、現地調査も実施した。評価作業は、新規制基準や評価ガイド等を参照しつつ、今般新たに追加・変更された要求事項に焦点をあて、安全上重要な事項に重点を置いた。なお、本評価は、新規制基準施行前の現状に対するものであって、新規制基準への適合性については、今後、新規制基準施行後に行う設置変更許可申請等に対する審査において、改めて確認することとなる。

目 次

1. はじめに	4
(1) 経緯等	4
(2) 評価の方針	4
(3) 本評価書の構成	5
(4) 大飯発電所の概要	5
2. 設計基準に関する評価	8
2. 1 外部事象に対する評価	8
(1) 耐震評価	8
(2) 耐津波評価	14
(3) その他の外部事象の評価	18
2. 2 内部事象に対する評価	21
(1) 内部火災に対する設計上の考慮	21
(2) 内部溢水に対する設計上の考慮	22
(3) 共用に関する設計上の考慮	24
(4) 信頼性に関する設計上の考慮	24
(5) 原子炉冷却材圧力バウンダリ弁に関する設計上の考慮	25
(6) 電気系統等に関する設計上の考慮	25
(7) その他	26
3. 重大事故対策に関する評価	27
3. 1 重大事故対策に係る設計方針	27
(1) 止める対策（原子炉停止対策）	27
(2) 冷やす対策（原子炉冷却対策・減圧対策、最終ヒートシンク確保 対策、使用済燃料プール対策）	28
(3) 閉じ込める対策（原子炉格納容器冷却・減圧・加圧破損防止・溶 融炉心対策、水素爆発防止対策）	28
(4) 抑制する対策（敷地外への放射性物質の拡散抑制対策）	29
(5) その他の対策（水源確保、電源確保等）	30
3. 2 設備の機能及び構造強度等	30
3. 3 体制、教育・訓練、手順等	31
(1) 体制	31
(2) 教育・訓練	32

(3)	手順	32
(4)	設備の維持管理方針	33
3.4	有効性評価	34
(1)	対象事故シーケンスの選定	34
(2)	有効性評価の手法・範囲及び解析条件	35
(3)	有効性評価の結果	36
4.	共通事項に関する評価	38
(1)	原子炉制御室	38
(2)	緊急時対策所	39
(3)	計装設備	40
(4)	モニタリング設備	41
(5)	通信連絡設備	41
5.	現地調査	42
(1)	調査方針	42
(2)	調査結果	42
(3)	指摘事項への関西電力の対応	43
(4)	まとめ	43
6.	結論	44

1. はじめに

(1) 経緯等

原子力規制委員会（以下「規制委員会」という。）は、平成 24 年度第 33 回規制委員会会合において、新規制基準施行時点で稼働中のプラントの扱いについて議論し、新規制基準施行までに、新規制基準をどのくらい満たしているのか把握するための確認作業を行うこととした。

規制委員会は、本方針を踏まえ、平成 25 年度第 3 回規制委員会会合において、関西電力株式会社（以下「関西電力」という。）大飯発電所 3 号機及び 4 号機（以下「大飯 3・4 号機」という。）について、新規制基準を踏まえた現状評価について、地震・津波等に関する事項は島崎委員が、プラントに関する事項は更田委員がそれぞれ担当し、原子力規制庁（以下「規制庁」という。）が事務局を務め、作業を行うこととした。

これを受けて、規制庁は、担当委員出席の下、「大飯発電所 3・4 号機の現状に関する評価会合」（以下「評価会合」という。）を計 14 回開催するとともに、事実確認等のためヒアリングを実施した。また、6 月 15 日には現地調査を実施した。

評価会合は一般傍聴及びインターネット中継により公開するとともに、ヒアリングの議事要旨や入手した資料は全て公開することにより、透明性を確保した。

本評価書は、新規制基準を踏まえた大飯 3・4 号機の現状について、これらの作業を通じて評価した結果を取りまとめたものである。

(2) 評価の方針

規制委員会は、関西電力から、4 月 18 日に「大飯発電所 3、4 号機新規制基準適合性確認結果について（報告）」を受領し、更に、5 月 16 日及び 6 月 5 日にその追加報告を受領した（これらを併せて、以下「関西電力報告書」という。）。これらの関西電力報告書に加え、評価会合やヒアリングにおける指摘に応じて関西電力から提出された情報等を対象に評価作業を実施した。

評価作業は、基本的に、新規制基準や評価ガイド（評価作業開始時点においては案であったが、その後内容が確定したため、ここでは「新規制基準」、「評価ガイド」とする）等を参照しつつ実施した。この際、従来の方針類や基準と比較して今般新たに追加・変更された要求事項に焦点をあてた。新規制基準の全分野を評価対象としたが、安全上重要な事項に重点を置くこととした。また、関西電力報告書において説明が十分でない事項等を重点的に検討するなど、効率的・合理的に作業を実施した。大飯 3 号機と 4 号機は、基本的に同じ設計のプラントであり、重大事故等対処設備等の対策についても

同様であることから、評価作業は共通に実施した。

また、地震及び津波に関わる評価作業は、旧原子力安全・保安院（以下「保安院」という。）における耐震バックチェック、規制委員会における敷地内破砕帯にかかる審議内容等を精査しつつ行った。

評価時点は、関西電力報告書に合わせて平成25年6月末とし、その時点における施設と運用状況を対象として実施した。ただし、本評価作業時点では、実際には機器が設置されていないものや手順書等が準備中のものも多く、評価作業には一定の制約があり、現地での確認は原子力保安検査官により6月末まで実施した。

なお、本評価は、新規制基準に照らし、安全上重大な問題の有無に重点をおいて実施するとともに、新規制基準施行後の審査において対応が必要な点についても指摘した。したがって、当該プラントの新規制基準への適合性については、新規制基準施行後に事業者からなされる設置変更許可申請等に対して実施する審査（以下「新規制基準施行後審査」という。）において、正式に施行される新規制基準を踏まえて、改めて確認することとなる。

（3）本評価書の構成

第2章に原子炉の通常運転時、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故等に係る設計上の基準（以下「設計基準」という。）に関する評価、第3章に重大事故対策に関する評価、第4章に設計基準及び重大事故に共通する事項に関する評価、第5章に現地調査の概要を記した上で、第6章において規制委員会としての結論を記した。

設計基準に関する評価においては、新規制基準の骨子の項目毎に評価した。重大事故対策に関する評価においては、個別の対策要求に関する設計方針を確認した上で、それらを成立させるための設備、体制、手順等を実地評価した。共通事項に関する評価としては、原子炉制御室、緊急時対策所、通信連絡設備等について取り上げた。

（4）大飯発電所の概要

大飯発電所は、昭和54年3月に1号機（電気出力117.5万kW）、昭和54年12月に2号機（同117.5万kW）、平成3年12月に3号機（同118.0万kW）、平成5年2月に4号機（同118.0万kW）が運転を開始した。4基合計の電気出力は471.0万kWである。原子炉型式はいずれも加圧水型原子炉で、各基とも蒸気発生器を4つ有する4ループ・プラントである。ただし、大飯発電所1号機及び2号機（以下「大飯1・2号機」という。）はアイスコンデンサ型原子炉格納容器、大飯3号機と4号機はプレストレストコンクリート製原子炉格納容器を有している。

① 発電所が位置する周辺の状況

大飯発電所は、福井県大島半島の最先端部にあるおおい町大島に立地しており、敷地面積約188万 m^2 の中央部に主要な施設を集約し、東から西に向かって1号機から4号機が順に配置されている。敷地の北、西、南側が標高100m~200m程度の山に囲まれており、敷地東部分は若狭湾に面し、取水口が配置されている。

② 発電所の主要な設備等

大飯3号機と4号機は、基本的に同じ設計のプラントであり、その主な仕様は以下のとおりである。

なお、3号機は平成24年7月9日に起動し8月3日から営業運転開始、4号機は同7月25日に起動し8月16日から営業運転を開始している。また、1号機及び2号機については、いずれも定期検査のため停止中である。

関西電力大飯3・4号機的主要仕様

項目	仕様	
原子炉熱出力	約342.3万kW	
定格電気出力	118.0万kW	
炉心	燃料集合体	193体
	炉心全ウラン量	約91トン
	制御棒クラスタ	53体
原子炉容器	高さ	約13m
	内径	約4.4m
原子炉格納容器	高さ	約65m
	内径	約43m
非常用炉心冷却設備 (ECCS)	蓄圧注入系	蓄圧タンク (4基)
	高圧注入系	高圧注入ポンプ (2台) 燃料取替用水ピット (1基)
	低圧注入系	余熱除去ポンプ (2台)
化学体積制御設備	ほう酸タンク (2基) ほう酸ポンプ (2台) 充てんポンプ (3台)	
原子炉補機冷却水設備	原子炉補機冷却水ポンプ (4台)	
	原子炉補機冷却水冷却器 (2基)	
原子炉補機冷却海水設備	海水ポンプ (3台)	
非常用ディーゼル発電機	2台	
補助給水ポンプ	電動 (2台)、タービン動 (1台)	
使用済燃料貯蔵設備の貯蔵能力	2,129体 (全炉心燃料の約1,100%相当分)	

2. 設計基準に関する評価

2. 1 外部事象に対する評価

(1) 耐震評価

1) 基準地震動

耐震評価に用いる基準地震動については、保安院における耐震バックチェック、規制委員会における敷地内破碎帯の評価の際の審議内容等を踏まえ、敷地周辺の熊川断層と Fo-A~Fo-B 断層との連動の考慮及び地盤モデルを評価する上で重要な敷地の地下構造の把握を中心に評価を行った。

① 敷地周辺の熊川断層と Fo-A~Fo-B 断層との連動

新規制基準においては、震源として考慮する活断層の評価について、調査地域の地形・地質条件に応じ、既存文献の調査、変動地形学的調査、地質調査、地球物理学的調査等を適切に組み合わせた調査を実施した上で、その結果を総合的に評価し、活断層の位置・形状・活動性等を明らかにすること、また、震源モデルの形状及び震源特性パラメータ等の評価に当たっては、複数の活断層の連動を考慮することを求めている。

関西電力は、保安院が実施した耐震バックチェックにおいては熊川断層の西端を小浜市和久里としていたが、同市遠敷付近及び同市平野付近において反射法地震探査を追加実施した結果、いずれの地点においても基盤岩上面及び堆積層中に変位又は変形が認められず、同市平野付近を熊川断層の西端として再評価した結果、耐震バックチェックの時よりも更に Fo-A 断層との離隔距離は大きくなったとしている。

また、関西電力は、保安院が実施した海上音波探査において変形が認められた箇所を囲む海上音波探査を実施した結果、Fo-A 断層と熊川断層との連続性を示唆する変位又は変形は認められず、保安院の調査で認められた変形箇所においても、累積性を有する変形は認められないことから、当該変形は Fo-A 断層及び熊川断層の連続性を示す根拠にはならないとしている。

これに対し、今般の評価作業においては、規制委員会から以下の点を指摘し、小浜湾内における深部に至る地質・地質構造が把握されていない現段階にあつては、安全側の対応として、熊川断層と Fo-A~Fo-B 断層との連動を考慮した地震動（以下「3 連動地震動」という。）により評価を進めることを求めた。

➤ 保安院の調査で地下の変形が認められた変形箇所の近傍には広く音波散乱層があり、また、一部の専門家から、双児崎南東部に北東側低下を示すリニアメントの存在が示唆されており、現時点までに関西電力

から提示された反射断面だけでは、この変形が熊川断層と連続していないとは認められない。

- 関西電力から示された反射断面は、浅部の地質・地質構造を示すものであり、Fo-A断層及び熊川断層の断層面が深部で連続する可能性を否定するデータにはならない。

また、3連動地震動の評価に当たっては、震源断層と大飯発電所の距離が比較的近いことを踏まえ、地震動の斜め入射による影響を考慮するとともに、断層上端深さ、断層傾斜角、アスペリティ位置、破壊開始点及び短周期レベル（応力降下量）のそれぞれの不確かさについて考慮して行うよう求めた。

これを受けて、関西電力は、不確かさを考慮した3連動地震動の評価を実施した結果、耐震バックチェックで用いた3連動地震動と概ね同等であることを示した。

このため、本評価においては、耐震バックチェックで用いた3連動地震動を基準地震動として、施設への影響について検討を行うこととした。その際、この耐震バックチェックで用いた3連動地震動による基準地震動（以下「3連動による基準地震動」という。）が一部周期帯でFo-A～Fo-B断層による基準地震動（以下「当初の基準地震動」という。）を超えていることにも留意することとした。

② 地下構造の詳細な把握

新規制基準においては、地震動評価に必要となる敷地及び敷地周辺の調査について、地震観測記録の分析、地質調査、ボーリング調査、二次元又は三次元の物理探査等を適切な手順と組み合わせて実施することを求めている。

関西電力は、敷地内で実施したボーリング調査の結果、

- 敷地内ではごく浅部から深部に向けてS波速度が2,200m/sの硬質岩盤が確認されていること
- 大都市大震災軽減化特別プロジェクトによる大規模な地下構造探査の結果、深部地下構造に特異な不整形な構造は見られないこと
- 地震ハザードステーションで公開されている日本全国の三次元地下構造モデルによっても、敷地近傍の基盤面に特異な構造は認められないこと

を踏まえ、地下構造を成層構造として基準地震動策定のための地盤モデルを設定している。

また、関西電力は、速度構造について、浅部はPS 検層の結果から、深部は若狭周辺地域で実施された屈折法探査、微動アレー探査、地震計水平アレー探査、地震波速度トモグラフィ解析等の結果から設定している。さらに、大飯サイトでは解放基盤表面相当の場所に一箇所しか地震計が設置されておらず、地震動評価に用いる地盤モデルを設定するための地震観測記録が不足していたため、大飯サイトと同じ若狭湾内に立地し、敷地における地震観測記録が比較的多い独立行政法人日本原子力研究開発機構高速増殖原型炉もんじゅの敷地（以下「もんじゅサイト」という。）での地震観測記録に基づいて検討された経験的サイト増幅特性を考慮して減衰定数を設定している。

これに対し、今般の評価作業において、規制委員会から以下の点を指摘しているように、現時点においては、新規制基準に照らして地下構造を詳細に把握できているとは言いがたい状況にあることから、短期間で実施可能な調査として、敷地内で常時微動観測を行うよう求めた。

- 関西電力が示している大都市大震災軽減化プロジェクトによる地下構造探査の結果、地震ハザードステーションで公開されている日本全国の三次元地下構造モデル等だけでは大飯発電所の敷地地盤の地下構造が詳細に把握できているとは言えず、新規制基準が求める三次元地下構造の詳細な把握のためには、微動アレー探査等も含めた、より詳細な調査が必要である。
- 深部の地盤モデルは、もんじゅサイトでの調査結果を用いて策定されているため、大飯発電所における地下構造調査が必要である。
- 敷地周辺では深さ 3km～2km 程度まで微小地震活動が起きている。一般に、地震活動が活発になると通常地震発生深さよりも浅いところで地震活動が起きることが最近明らかになっている。地震発生層の上端深さはもう少し浅くなるのではないか。

これを受けて、関西電力は、今回常時微動観測を実施し、これにより計測した結果からは敷地地下浅部に特異な構造があるようには見えないが、今後、測定方法の工夫を含め、更に継続して計測、評価を行い、地下構造の把握に努めるとしている。また、関西電力は、現在準備を進めている大深度地震観測（鉛直アレー）に加え、水平アレー観測、微動アレー、物理探査等の調査によるデータを収集・分析した上で、新規制基準で求められる地下構造の三次元的な把握を行うこと、さらに、地震計による地震観測を強化し、速度構造把握に積極的に役立てるとしている。規制委員会としては、関西電力は、これらを新規制基準施行後審査の対

象とする基準地震動を策定する際の地盤モデルに反映させることが必要であるとする。

③ その他（震源を特定せず策定する地震動）

新規規制基準においては、震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に「震源を特定せず策定する地震動」の地震動レベルを適切に設定することを求めている。関西電力は、敷地周辺の地質調査の結果、大飯サイトは火山岩及び第四紀の堆積物に広く覆われている地域ではないとしている。このため、関西電力は、「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」にある収集対象となる内陸地殻内地震の例のうち、Mw6.5未満の地震の観測記録を収集し、詳細な分析、検討を行った上で、今後、「震源を特定せず策定する地震動」の地震動レベルを設定している。規制委員会は、3連動地震動の応答スペクトルは、「震源を特定せず策定する地震動」の設定のために収集した Mw6.5未満の地震の地中観測記録を十分上回っていることを確認し、大飯サイトにおいては、「震源を特定せず策定する地震動」が3連動による基準地震動に与える影響は少ないものと評価した。

2) 地盤及び周辺斜面の安定性

規制委員会は、地盤及び周辺斜面の安定性について、次のとおり評価した。

- 新規規制基準においては、原子炉施設を十分に支持することができる地盤に設けることを求めている。地盤安定性については、敷地内の地質・地質構造を踏まえ、岩盤物性値、想定すべり線等が設定されており、岩盤物性及び地震伝播方向の不確かさを考慮した動的解析が行われている。その結果、3連動による基準地震動を用いた地震力に対して十分な支持性能（支持力、すべり、沈下）が確保されている。また、耐震重要施設間及び同施設周辺において不等沈下、揺すり込み沈下等によって安全機能に重大な影響を与えるおそれはない。
- 新規規制基準においては、耐震重要施設の周辺斜面が崩落するおそれがないことを確認することを求めている。周辺斜面の安定性については、耐震重要施設からの離隔距離の観点で検討対象斜面を選定した上で、敷地内の地質・地質構造を踏まえ、岩盤物性値、想定すべり線等が設定されており、また、岩盤物性及び地震伝播方向の不確かさを考慮した動的解析の結果、所要の安全率が確保されている。

3) 耐震設計評価

① 耐震設計方針

新規制基準においては、耐震設計の方針に関して、以下の2点の要求事項を強化しており、主にこれらについて評価した。

- 波及的影響の防止
- 施設の動的地震力の算定における水平2方向及び鉛直方向の適切な組合せ

i) 波及的影響の防止

規制委員会は、波及的影響の可能性のある事象について、事象の選定過程において敷地全体を俯瞰した調査・検討が十分に実施されているとは言えないものの、新規制基準（設置許可基準規則の解釈 別記3 第4条第6項第六号）において例示された事項に分類・整理された上で、これまでの工事計画認可（以下「既工認」という。）等の実績を踏まえて波及的影響の大きい事象が網羅的に選定され評価されていることから、波及的影響の防止の観点から問題がないと評価した。なお、関西電力は、新規制基準施行後審査への対応において、波及的影響の可能性のある事象の選定過程において、敷地全体を俯瞰した調査・検討を十分に実施する必要がある。

ii) 施設の動的地震力の算定における水平2方向及び鉛直方向の適切な組合せ

規制委員会は、大飯3・4号機等の事例を含めた加圧水型原子炉施設の耐震設計体系について、地震時の3次元応答性状の分析及び考察、建屋・設備の構造及び振動特性の特徴を踏まえた従来のモデル化の方法並びに水平2方向を独立に扱った地震力の組合せ方法の考え方を確認した。

規制委員会は、大飯3・4号機の実例が不足している箇所が一部あるものの加圧水型原子炉施設に係る事例が網羅的に示されており、水平2方向を独立に扱う従来の設計体系においても、基本的に水平2方向及び鉛直方向の同時組合せに配慮した余裕を付与していたものと認められると評価した。なお、関西電力は、新規制基準施行後審査への対応において、大飯3・4号機を対象として、以下について検討する必要がある。

- 原子炉建屋の3次元FEMモデル解析による3次元応答性状及び機器・配管への影響
- 建物・構築物について、水平2方向の地震力による影響を同時に受ける部位における具体的な評価

以上を踏まえ、規制委員会は、耐震設計方針に関して、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

② 耐震強度等の評価

新規制基準においては、耐震設計方針に基づいた個別機器の耐震強度等の評価を求めている。

個別機器の耐震強度等の評価において、規制委員会は、耐震Sクラス施設を対象として、既工認における審査実績を考慮し、大飯3・4号機において既工認から変更を行った評価手法、評価モデル及び評価条件について、網羅的に整理された内容及び変更に係る考え方（以下の4分類に整理）を確認し、それらに概ね問題がないと評価した。

- 評価モデルを精緻化したもの
- より詳細な評価手法を用いたもの
- 大飯3・4号機に係る既工認以降の審査状況を踏まえた最新のモデル及び手法を採用したもの
- 最新知見として得られた減衰定数を採用したもの

なお、より詳細な評価手法を用いたもののうち、従来のスペクトルモーダル法に代えて時刻歴解析法を適用したものについては、建屋及び地盤の物性等のばらつきの考慮を省略することとなる。このため、本評価において、規制委員会は、時刻歴解析法を適用した場合の裕度が最小となる設備を対象に、既工認で実績のある、拡張した設計用床応答スペクトルを用いたスペクトルモーダル解析による評価結果が許容限界内にあることを確認した。関西電力は、新規制基準施行後審査への対応において、従来のスペクトルモーダル法に代えて時刻歴解析法を適用する場合、建屋及び地盤の物性等のばらつきに配慮した方法を検討する必要がある。

また、耐震Sクラス施設に係る基準地震動及び弾性設計用地震動（いずれも関西電力報告書初回提出時点のもの）に対する評価について、規制委員会は、既工認等の実績を踏まえた上で安全性評価の観点から、必要な荷重組合せケースの絞込みが行われ、厳しい結果をもたらす荷重組合せケースの評価結果が示されていること、全ての耐震Sクラス施設の評価結果が許容値内であることを確認した。また、施設評価の詳細な内容については、原子炉格納容器及び使用済燃料プールを代表施設として確認した。

以上を踏まえ、規制委員会は、当初の基準地震動による個別機器の耐震強度等の評価に関して、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

③ 3連動による基準地震動を用いた施設への影響評価

本評価において3連動による基準地震動(9波、最大加速度振幅759Gal)による施設への影響評価について、規制委員会は、当初の基準地震動(最大加速度振幅700Gal)による施設の耐震安全性に係る評価結果が最大限に活用され、以下の評価方針のとおり、対象施設の絞り込み及び適用手法の使い分けが行われ、影響度合いに応じた評価が実施されていることを確認した。

- 全ての耐震Sクラスの設備及びその支持建物・構築物が対象とされていること
- 当初の基準地震動による評価をベースに、設備の固有周期における建屋等の応答スペクトルの比較から評価への影響が検討され詳細評価の対象が選定されていること
- 詳細評価の手法、モデル及び条件は、当初の基準地震動による評価と同一とされていること

以上を踏まえ、規制委員会は、3連動による基準地震動を用いた施設への影響評価に関して、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

(2) 耐津波評価

1) 基準津波

新規基準においては、基準津波の策定に当たり、津波を発生させる要因として、地震のほか、地すべり、斜面崩壊等地震以外の要因及びこれらの組合せによるものを複数選定し、不確かさを考慮して策定することを求めている。

関西電力は、津波を発生させる要因として、周辺の海域活断層で発生する地震、日本海東縁部で発生する地震、地すべり、斜面崩壊、山体崩壊等を選定し、大飯発電所における津波に係る評価を行っている。

① 地震による津波

関西電力は、文献及び津波堆積物調査の結果、大飯3・4号機の安全性に影響を及ぼす規模の津波が敷地周辺に到達したことを示す記録等は認められなかったとしている。また、大飯発電所における津波評価地点として、大飯1・2号機海水ポンプ室前面及び大飯3・4号機海水ポンプ室前面を選定し、土木学会津波評価技術(2002)に示されている検討手順を参考に数値解析を行い、敷地前面海域及び敷地周辺海域にある活断層の活動に伴って推定される津波高さを算定した結果から、発電所への影響が大きいと考えられる活断層を選定するとともに、日本海東縁部の地震の震源として設定された断層を検討対象として選定してパラメータスタ

ディを実施している。これにより、評価地点における最大水位上昇量及び最大水位下降量を算定した結果、発電所の安全性に影響を及ぼすものではないとしている。

これに対し、今般の評価作業では、規制委員会から以下の点を考慮した検討を求めた。

- 放水ピットを介した浸水の可能性もあるので、これを津波評価地点に加える必要がある。
- 福井県が実施した若狭海丘列付近の断層による津波想定（以下「福井県による津波想定」という。）に関する検討結果について、大飯発電所の基準津波等の検討に際してより安全側に評価を行う上で、反映すべき点があるか十分留意する必要がある。

これを受けて、関西電力は、福井県による津波想定に関する検討を改めて実施し、評価地点における最大水位上昇量及び最大水位下降量は、関西電力が想定した地震によるものより大きくなるとの評価を示している。

② 地震以外の要因による津波

関西電力は、海底地すべり、陸上の斜面崩壊及び火山活動に伴う山体崩壊による津波について評価を行っている。海底地すべりについては、海上音波探査記録等により地すべり等の痕跡である可能性が認められる個別の場所（若狭海丘列断層南西側延長線上の地点）を対象に、土砂の崩壊量について当該場所において地すべり等による崩壊が一度に起きたと安全側に設定し、各評価地点における最大水位上昇量及び最大水位下降量は全て地震による津波による結果よりも小さいとしている。火山活動に伴う山体崩壊による津波については、文献調査及び津波堆積物調査の結果、大飯発電所の安全性に影響を与えるような火山活動に伴う山体崩壊による津波は無かったとしている。

③ 津波発生要因の組合せ

関西電力は、津波発生要因の組合せとして、地震による津波、海底地すべりによる津波、陸上の斜面崩壊による津波の組合せについて検討している。これらのうち、海底地すべりによる津波については、大飯発電所から遠方の隠岐トラフで過去に海底地すべりが発生していることから同トラフでの発生を想定しているものであり、若狭湾内で地震が影響することが考えにくいこと、それぞれの津波が発生したとしても到達時間に大きな差が生じることから、基準津波として考慮する必要は無いとし

ている。また、大飯発電所への影響が最も大きい組合せとしては、大陸棚外縁～B～野坂断層、和布-干飯崎沖～甲楽城断層の地震による津波と陸上の斜面崩壊が同時に発生した場合による津波を評価しているが、地震に伴って斜面崩壊が生じたと想定しても、斜面崩壊による津波が概ね収束した後に地震による津波が到達するとして、このような組合せを考慮しても評価地点における最大水位上昇量及び最大水位下降量に大きな影響はないとしている。

これに対し、今般の評価作業においては、規制委員会から福井県による津波想定における波源断層が、海底地すべりを想定している位置に近いため、これらの組合せによる影響を考慮した検討を求めた。

これを受けて、関西電力は、福井県による津波想定における地震による津波と海底地すべりによる津波の組合せについて検討を実施し、評価地点の一部における最大水位上昇量は、福井県による津波想定における地震による津波より大きくなるとの評価を示した。

以上を踏まえ、規制委員会は、本評価では、福井県による津波想定における地震による津波と、当該地震による津波と海底地すべりによる津波の組合せによる津波を基準津波として、施設への影響について検討を行うこととした。

なお、海底地すべりの位置や地震と地すべりの発生の時間差等については不確かさが大きく、新規規制基準施行後審査においては、この点を考慮した、想定すべき基準津波について確認することが必要である。

2) 耐津波設計評価

① 耐津波設計方針及び個別機器の耐津波設計評価

新規規制基準においては、耐津波設計方針に関しての要求事項を具体化している。具体的には、耐震Sクラス施設が設置された敷地に、基準津波による遡上波を到達、流入させないこと、取水・放水路等の経路からの津波の流入を防止すること、取水・放水施設、地下部等において漏水可能性を考慮し、漏水による浸水範囲を限定すること、浸水防護重点化範囲を明確化するとともに同範囲に対して浸水対策を施すこと、水位変動による取水性低下による重要な安全機能への影響を防止すること等を求めている。

これらの要求事項に対して、規制委員会は、関西電力報告書初回提出時点の基準津波（以下「当初の基準津波」という。）に対する耐津波設計方針について、以下のとおり確認した。

- i) 敷地の特性に応じて、取水・放水施設、地下部等からの津波の流入可能性が検討され、流入の防止が確認されていること
- ii) 漏水による重要な安全機能への影響について可能性が検討され、海水ポンプ室床面開口の塵芥排出用トラフ隙間部に漏水対策が講じられていること
- iii) 重要な安全機能を有する施設を隔離するため、津波に対する浸水防護重点化範囲が明確化され、浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策の必要性について検討され、耐津波設計上は不要であるが、対策が講じられていること
- iv) 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止としては、非常用海水冷却系の取水性について、水理実験結果に基づくポンプ取水可能水位を踏まえて海水ポンプの機能保持について確認されていること
- v) 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認として、砂移動に対する取水性の確保、混入した浮遊砂に対する取水性の確保及び取水口付近の漂流物に対する取水性の確保について評価されていること
- vi) 公共機関の情報に加えて、津波襲来を察知する津波監視設備として、大飯1・2号機補助建屋屋上に津波監視カメラが設置されるとともに、取水口付近に潮位計（2箇所）が設置され、大飯3・4号機原子炉制御室において監視できること

また、個別機器の耐津波設計評価に関して、規制委員会は、浸水防止設備及び津波監視設備について、設備の種類、位置及び仕様が考慮された上で、「耐津波設計に係る工認審査ガイド」の要求に準じた構造・強度評価が行われていることを確認した。

以上を踏まえ、規制委員会は、当初の基準津波に対する耐津波設計方針及び個別機器の耐津波設計評価に関して、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

② 追加検討された基準津波による施設への影響評価

規制委員会は、関西電力に対し、本評価において追加検討された、福井県による津波想定における地震による津波と、当該地震による津波と海底地すべりによる津波の組合せによる津波の双方（以下「追加検討された基準津波」という。）について、当初の基準津波による施設評価の結果に及ぼす影響を検討するよう求めた。

これに対し、関西電力は、上記① i) ~ iv) について、当初の基準津波による施設評価の結果と対比して、福井県による津波想定における地震による津波と、当該地震による津波と海底地すべりによる津波の組合せによる津波の双方のケースによる施設評価の結果を示し、規制委員会は、全ての評価項目及び評価位置において評価結果は覆らないことを確認した。

また、浸水防止設備及び津波監視設備の構造・強度評価に関しては、関西電力は、3連動による基準地震動及び追加検討された基準津波による影響について検討を実施していないが、規制委員会は、当初の基準地震動及び当初の基準津波による荷重に対する余裕が十分あることから、3連動による基準地震動及び追加検討された基準津波による影響検討について、新規基準施行後審査において、必要に応じて確認することとする。

以上を踏まえ、規制委員会は、追加検討された基準津波による施設への影響評価に関して、安全上重大な問題があるものではないと評価した。なお、海底地すべりによる津波と地震による津波の組合せを考慮した今回の評価においては、海水ポンプの取水可能水位の余裕が少ないことが示されている。水位がさらに低下した場合におけるポンプの運転の手順が整備されていること等を踏まえれば、安全上重大な問題が認められるものではないが、津波等の組合せにおける不確かさを考慮すれば、今回の評価において追加検討された基準津波を超える事象への対応も念頭に、更に耐性を向上させる取組が進められるべきと考える。

(3) その他の外部事象の評価

新規基準においては、自然現象への設計上の考慮の具体的な例示として、新たに、「竜巻」、「降水」、「落雷」、「火山の影響」、「生物学的事象」及び「森林火災」を追加した。これらのうち、竜巻、火山の影響、森林火災等に関する評価は以下に記すとおり。これら以外の外部事象については、観測記録の更新等により既往最大値が変更となっているものもあるが、規制委員会は、安全上重大な問題を生じるものではないと評価した。

① 火山の影響

関西電力報告書においては、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」（以下「火山ガイド」という。）を参考に国内の地理的領域（半径160km）外の火山事象及び地理的領域内の火山事象を検討し、敷地周辺及び近傍の地質調査の結果、少なくとも大飯サイトから半径30km以内には降下火山灰を除く第四紀火山の噴出物は確認されていないとし、大飯発電所における降

下火山灰による影響評価が行なわれている。また、規制委員会は、関西電力に対し、朝鮮半島の白頭山による噴火の影響の有無についても確認を行うことを求め、その影響がないことを確認した。

また、関西電力は、降下火山灰に対する影響評価について、大飯発電所施設に対し最大想定火山灰が 20cm 堆積することに加え、降雨等が火山灰特性に及ぼす影響についても考慮したとしている。規制委員会は、施設への降下火山灰の最大層厚の見積もりに関し積雪との重畳について考慮する必要性について指摘し、関西電力が実施した積雪と重畳した場合の結果に関し、建屋の機能に影響を及ぼさないことを確認した。

関西電力は、降下火山灰の影響を考慮すべき設備の選定や、個別設備への影響評価等について、火山ガイドを参考に行ったとしている。この際、火山灰の粒径（約 0.2mm～約 2mm）が小さいため個別設備に対する閉塞や固着等による影響がないとしているところ、規制委員会は、化学的影響や降下後の時間経過による影響等も踏まえた点検・保守管理がなされること等を追加確認したことから、火山の影響については、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

② 竜巻の影響

関西電力報告書においては、竜巻の影響評価に関し、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（以下「竜巻ガイド」という。）」を参考になされているものの、以下のとおり竜巻ガイドの内容が十分に反映されていない点があった。

- 竜巻ガイドでは、基準竜巻の最大風速について、①過去発生した竜巻の最大風速と、②ハザード曲線による最大風速を求めて、両者のうち大きい方をとることとしている。①については日本で過去に発生した竜巻による最大風速として設定することを原則としつつ、十分な信頼性のあるデータ等に基づいて評価できる場合には竜巻検討地域における評価も許容している。②については、竜巻検討地域における評価としている。これらに関し、関西電力は、①について、竜巻検討地域におけるデータを用いて基準竜巻の最大風速を求め、②について、一部の項目で日本全国のデータを用いたハザード曲線により最大風速を求めている。
- また、関西電力は、飛来物防護の観点からの設計飛来物の想定については、竜巻ガイドで例示しているものを採用するとしており、実際のプラント状況を踏まえた検討内容について説明をしなかった。さらに、関西電力は、防護対象である海水ポンプへの影響について

は、竜巻ガイドでは想定していない発生頻度等を用いて、基準竜巻による飛来物が到達した場合には損傷の可能性が高いものの、到達する確率は低いことから、機能影響はないと評価している。

規制委員会は、基準竜巻の設定に対しては、竜巻ガイドが意図したとおりに適用されていない部分はあるものの、大飯発電所が三方を山に囲まれた竜巻の襲来のおそれが低いと考えられる立地条件にもかかわらず、米国での設計用竜巻風速と同程度の風速としていること、また風速100m/sでの構造健全性等の評価も行っていることから、基準竜巻の設定については、必要な検討がなされているものと評価した。

また、関西電力は、飛来物防護について、当面、飛散物となり得る物品の固縛、収納、離隔等を図るとしていることから、規制委員会は、竜巻の影響は、直ちに安全上重大な問題が生じるものではないと評価した。

なお、関西電力は、次回定期検査において、海水ポンプを覆う防護ネット等を設置する等の飛来物対策の強化を図るとしている。これらに加え、新規制基準施行後審査においては、設計のベースとなる基準竜巻の設定にあたり地域特性に関する検討やデータの拡充など一層の検討が必要である。

③ 外部火災（森林火災等）の影響

関西電力報告書においては、原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災の影響評価や石油コンビナート等の火災・爆発の原子力発電所への影響評価を含めた外部火災の影響評価に関し、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド（以下「外部火災ガイド」という。）」を参考に実施されている。

規制委員会は、森林火災について、防火帯幅の算出における火線強度の解析において、大飯発電所周辺の地形による影響で周辺の約200倍の値を示す地点があることについて、植生や地形等は適切なデータが入力されているものの、原子炉施設周辺については実際には森林でない箇所をそのまま森林として解析しているなど不整合があることを指摘した。この点に関して、規制委員会は、関西電力からの説明により、火線強度が高い結果となっている地点は実際には森林ではなく、熱影響評価の結果も問題ないこと、自衛消防隊による原子炉施設の熱影響軽減の対応は可能であることを確認した。これらを踏まえ、規制委員会は、外部火災については、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

④ サイバーテロ対策に関する設計上の考慮

新規制基準においては、外部人為事象の一つとして、発電用原子炉施設に対するサイバーテロ防止や、安全保護系については外部ネットワークからの侵入防止などサイバーセキュリティを考慮した設計であることを求めている。

この点に関し、関西電力は、大飯3・4号機の原子炉施設等の防護のために必要な設備又は装置の操作に係る情報システムについて、電気通信回線を通じて妨害行為又は破壊行為を受けることがないように、システムに対するアクセスを遮断することとしている。特に安全保護系においては、セキュリティ要件を調達プロセスに取り入れ、外部ネットワークからの情報を内部へ読み込む機能を持たないものとし、多重性及び独立性を有し、出入管理及び鍵管理等の具体的な運用等を実施することとしている。規制委員会は、これらの対策が妥当であるものと評価した。

2. 2 内部事象に対する評価

(1) 内部火災に対する設計上の考慮

新規制基準においては、内部火災による損傷の防止に関する要求事項として、火災の発生防止、火災の感知及び消火、火災の影響軽減の3方策をそれぞれ考慮した火災防護対策を講じること、また、消火設備は、破損し又は誤作動した場合においても原子炉を安全に停止させるための機能が損なわれないものでなければならないとしている。

具体的には、「**实用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準**（以下「**火災防護基準**」という。）」において、安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じ、火災の影響低減のための対策を講じること、安全保護系、原子炉停止系の作動が要求される場合には、火災による影響を考慮しても、これらの機能を失うことなく、原子炉を高温停止及び低温停止状態に移行できるものであることを求めている。これらの要求事項への対応状況については以下のとおりである。

- 火災防護基準では、安全機能を有する構築物、系統及び機器は、不燃性材料又は難燃性材料を使用した設計であることを求めている。関西電力は、ケーブルの難燃性の要素の一つである自己消火性について、火災防護基準で示すUL垂直燃焼試験ではなく、垂直トレイ試験により担保できるとしていた。この点について、規制委員会は、加熱方法等の相違により、難燃性ケーブルの要件である「火災により着火し難いこと」が実証できていないことを指摘したところ、関

西電力は改めてUL 垂直燃焼試験を実施して、使用しているケーブルが難燃性を有することを示した。

- 火災防護基準では、火災の感知・消火の観点から、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行うため、固有の信号を発する異なる種類の感知器や、消火活動が困難なところには自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備を設置すること等を求めている。この点に関し、関西電力は、当面、発信場所が特定できる火災感知器により火災の発生を常時監視するとともに、施設内に配置してあるテレビカメラによる現場確認などにより、火災の早期感知、早期消火を図ることとした。なお、関西電力は、次回定期検査において、異なる種類の感知器や固定式消火設備等を設置する計画であるとしている。
- 火災防護基準では、火災の影響軽減の観点から、火災防護対象設備が設置されている火災区画については、これらの設備の系統分離のための措置及び近傍の設備に対する離隔の確保、あるいは、隔壁等により分離し、火災感知設備及び自動消火設備の設置を求めている。この点に関し、関西電力は、ほう酸ポンプ、原子炉補機冷却水ポンプ、制御用空気圧縮機、海水ポンプ、原子炉制御室の制御盤が設置されている区画について、影響評価により分離できているものとしていたが、規制委員会は、新規基準においては、隔壁等により分離の上、火災感知設備及び自動消火設備を設置することが必要であると指摘した。その結果、関西電力は、当面、運転中において設置できる部分については隣接系統の間に耐火スクリーンを設置し、火災源想定箇所簡易的な消火用具を設置するとともに、これができない部分も含め、防火パトロールの頻度を増やす等により対応することとした。なお、関西電力は、次回定期検査において、防火扉や独立性を持たせた自動消火設備の設置等の設備対応を実施することとしている。

以上を踏まえ、規制委員会としては、設備自体については要求事項を満たしていない部分があるが、現時点で実施する対策を含めて評価すれば、内部火災対策については、直ちに安全上重大な問題が生じるものではないと評価した。

(2) 内部溢水に対する設計上の考慮

新規基準においては、内部溢水に対する設計上の考慮に関する要求事項として、安全機能を有する構築物、系統及び機器は、原子炉施設内部で

発生が想定される溢水に対し、原子炉施設の安全性を損なうことのないものであること、また、発生が想定される溢水が放射性物質を含むものである場合については、管理区域からの漏えいを防止するものであることを求めている。これらの要求事項への対応状況については、以下のとおりである。

- 「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド(以下「内部溢水ガイド」という。)」においては、配管破断の評価に当たり、全周破断を想定しなくて良いとする応力基準に関する規定があるが、これを配管のターミナルエンド部に適用することは想定しておらず、また破損想定から除外することも想定していない。他方、関西電力は、高エネルギー配管の配管破損想定にあたり、ターミナルエンド部及び格納容器貫通部以外の配管一般部に対しても、内部溢水ガイドにおいて格納容器貫通部で全周破断を想定しなくて良いとする応力基準を用いて、破損想定から除外している。この点に関し、規制委員会は、高エネルギー配管の設置区画について防護対象設備の設置状況等を確認した結果、関西電力の評価方法は、溢水防護対策を検討する手法としては適切でないと指摘した。その結果、関西電力は、当面、火災報知器連動型カメラ等による高エネルギー配管の監視強化と溢水源となりうる系統をできる限りあらかじめ隔離することとした。なお、関西電力は、これらの部位に対しては、次回定期検査において、蒸気などの漏えいを早期に検知する設備や、遠隔隔離できる弁等を設置するとしている。
- また、関西電力報告書においては、低エネルギー配管における破損想定について、消火系配管を代表として評価していたが、当該評価において全ての対象配管が網羅できることの説明が不十分であったことから、規制委員会は、改めて体系的な評価に関西電力に対して求めた。この点に関し、規制委員会は、関西電力の評価結果について、いずれの配管についても、発生応力が低く、破損を想定しなくてもよい状態であることを確認した。
- さらに、関西電力報告書においては、廃棄物処理建屋から原子炉周辺建屋への流入経路については、堰や水密扉の設置、床ドレンの逆流防止弁の設置により対応するとされている。この点に関して、堰の高さについて溢水源からの流況を踏まえた詳細検討がなされておらず、溢水源の想定も含めて精査が必要であるものの、規制委員会は、溢水源となりうる容器・配管等の設置区画には堰及び床ドレン

が設置されており、溢水があったとしてもサンプタンクに移行することを確認した。

以上を踏まえ、規制委員会は、内部溢水対策については、安全上重大な問題があるものではないと評価した。ただし、規制委員会は、新規制基準施行後審査において、溢水源や溢水量の想定方法を確認していく。

なお、内部溢水ガイド案に対するパブリックコメントでの意見においても、高エネルギー配管における溢水想定のお考え方について、要求内容が十分に理解されていないと認められたことから、規制委員会は同ガイドの記載の適正化を図った。

(3) 共用に関する設計上の考慮

新規制基準においては、安全機能を有する構築物、系統及び機器のうち重要度の特に高いものについては、2基以上の原子炉施設間で共用又は相互接続してはならないことを明確化している。

この点に関し、関西電力は、系統図などを基に2基以上の原子炉施設において共用又は相互接続している安全施設を抽出し、該当する重要度の特に高い施設は原子炉制御室のみであったとしている。

原子炉制御室は、運転員の融通など安全性の向上に資することから、共有しても問題はないと考えられるため、規制委員会は、共用に関する設計上の考慮について、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

(4) 信頼性に関する設計上の考慮

新規制基準においては、安全機能を有する系統を構成する機器のうち重要度の特に高いものは、設計基準事故が発生した場合に、長期間にわたって機能を要求することを明確化している。

この点に関し、関西電力は、対象となる機器として、系統図などを基に、アニュラス空気浄化系統ダクトの一部及び格納容器スプレイリングを抽出した上で、これらについては、故障の発生確率が低いことから多重化の必要はないとしている。

規制委員会は、故障の発生確率については、機器の維持管理の状況等によっても変わり得るものであること、また、根拠としたデータが当該機器と直接対応しないものであることから、関西電力が示す発生確率の適切性については確認できなかった。しかしながら、規制委員会は、アニュラス空気浄化系統ダクトは仮に破損したとしても影響が軽微であること、容易に修復できること、また、格納容器スプレイリングはその設計や保全により信頼性を確

保できると考えられること等を踏まえ、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

(5) 原子炉冷却材圧力バウンダリ弁に関する設計上の考慮

新規制基準においては、原子炉冷却材圧力バウンダリの範囲を、原子炉冷却材系統への接続配管のうち、通常時又は事故時に開となるおそれのある通常時及び事故時に閉とする弁については、原子炉側からみて第2隔離弁までに拡大している。

この点に関し、規制委員会は、関西電力において、系統図等を基に、新たに原子炉冷却材バウンダリとなる範囲が適切に抽出されていること、新たに原子炉冷却材圧力バウンダリとなる範囲における部位の設計や維持管理方法等が適切になされていることを確認した。また、関西電力が次回定期検査において、新たにバウンダリとなる部位に関し全数の検査を実施した上で、今後の検査対象に組み込むとしていること等を踏まえ、規制委員会は、原子炉冷却材圧力バウンダリ弁に関する設計上の考慮について、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

(6) 電気系統等に関する設計上の考慮

新規制基準においては、外部電源に関する要求事項として、独立した異なる2以上の変電所又は開閉所に接続する2回線以上の送電線により電力系統に接続されること、これらの回線のうち少なくとも1回線は他の回線と物理的に分離したものであること、また、複数の原子炉施設が設置される原子力発電所においては、いかなる2回線が喪失しても、それら原子炉施設が同時に外部電源喪失にならないものであること等を求めている。

規制委員会は、大飯3・4号機の外部電源系は、独立した異なる西京都変電所及び京北開閉所に接続されており、これら変電所及び開閉所は、地滑りや河川の氾濫等の共通要因による破損に対する考慮がなされていること、また、いずれかの変電所又は開閉所で停電が発生した場合でも、大飯3・4号機に接続される送電線が全て停電することにはならない系統構成となっていることから、要求事項を満たしていることを確認した。また、大飯3・4号機に接続される送電線の送電鉄塔については、敷地周辺の地盤変状による鉄塔基礎の安定性が評価され、必要な部分については鉄塔法面保護工対策工事が施工されていることを確認した。

これらを踏まえ、規制委員会は、電気系統等に関する設計上の考慮について、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

(7) その他

新規制基準において新たに明確化した「運転員操作に対する設計上の考慮」、「避難通路等に関する設計上の考慮」、「最終的な熱の逃がし場へ熱を輸送する系統」、「安全保護系」、「全交流動力電源喪失に対する設計上の考慮」、「燃料取扱系」等について、規制委員会は、関西電力による要求事項への対応を確認した結果、必要な考慮がなされていると評価した。

なお、「原子炉制御室」、「緊急時対策所」、「計装設備」、「モニタリング設備」及び「通信連絡設備」については、重大事故等対処設備としての観点を併せ、第4章で整理した。

3. 重大事故対策に関する評価

重大事故対策は、今般の新規制基準において新たに導入するものであり、設計基準事故を超える事故に対して対策を求めている。このため、設計上の想定を超える外部要因等によって、設計基準事故対処設備の安全機能が失われた場合でも、原子炉を適切に停止し、冷却し、放射性物質による周辺への影響を防止・抑制する対策、すなわち、「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」に加え、原子炉が損傷し、かつ格納容器が破損した状況でも敷地外への放射性物質の拡散を「抑制する」対策を求めている。

規制委員会は、このような重大事故対策について、各対策に関する設計方針を確認した上で、その対策を実現するための設備の機能的側面（ハードウェア対策）について確認するとともに、手順・体制・訓練等（ソフトウェア対策）を確認した。また、これらを含めて、具体的な事故シーケンスに沿って、これら対策が有効に機能するかどうかを評価した。

3. 1 重大事故対策に係る設計方針

(1) 止める対策（原子炉停止対策）

新規制基準においては、設計基準事故対処設備で原子炉を緊急に停止することができない場合においても、炉心の著しい損傷を防止するため、原子炉を未臨界にすることを求めている。

関西電力は、原子炉停止対策として、手動タービントリップを行って核的フィードバックによる原子炉出力の低下と、蒸気発生器水位低下による補助給水ポンプの自動起動による炉心冷却の後、化学体積制御設備又は非常用炉心冷却設備によりほう酸水を注入することによって原子炉を停止させるとしている。

関西電力は、運転サイクル初期の状態では核的フィードバックの効果が小さいことから、自動タービントリップによる1次冷却材温度の上昇が必要であるが、評価時点である7月の炉心状態を前提とすれば、自動タービントリップを考慮しなくとも核的フィードバックによって原子炉出力が低下するとしており、規制委員会は、この考え方が妥当なものと評価した。

なお、現時点において、大飯3・4号機ではATWS（異常な過渡変化時のトリップ失敗）の兆候検知による自動タービントリップ回路及び補助給水ポンプの自動起動回路は設置されていない。このため、関西電力は、次回定期検査において、確実に原子炉を停止させるために、これらの自動回路を設置することとしている。

規制委員会は、止めるための設計方針に加えて、後述のとおり、止める対策の手順、体制が整備されていること、訓練が実施されていること、また、

対策の有効性が確認できたことから、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

(2) 冷やす対策（原子炉冷却対策・減圧対策、最終ヒートシンク確保対策、使用済燃料プール対策）

新規制基準においては、冷やす対策として、設計基準事故対処設備の有する原子炉の冷却・減圧機能が喪失した場合であっても、炉心の著しい損傷や格納容器破損を防止するため、冷却材圧力バウンダリが高圧の場合に原子炉を冷却し冷却材圧力バウンダリを減圧できること、また、冷却材圧力バウンダリが低圧の場合に原子炉を冷却できることを求めている。この点に関し、関西電力は、原子炉冷却材高圧時にはタービン動補助給水ポンプ等による蒸気発生器への給水や主蒸気逃し弁による2次系冷却を通じた1次系の冷却と減圧を進め、原子炉冷却材を低圧状態に移行させるとしている。また、原子炉冷却材低圧時には、代替低圧注水ポンプによる1次系への注水等によって原子炉を冷却するとしている。

また、新規制基準においては、設計基準事故対処設備に係る最終ヒートシンクへ熱を輸送する機能が喪失した場合であっても、炉心の著しい損傷や格納容器破損を防止するため、最終ヒートシンクへ熱を輸送できることを求めている。これに対して、関西電力は、大容量ポンプを配備することによる原子炉補機冷却水システムを用いた海への熱の輸送や、タービン動補助給水ポンプ及び主蒸気逃がし弁による2次系冷却を用いた大気への熱の輸送によって最終ヒートシンクを確保するとしている。

さらに、新規制基準においては、使用済燃料プールの冷却機能若しくは注水機能の喪失、又はプールから水が流出した場合であっても、使用済燃料プール内の燃料体を冷却すること等を求めている。この点に関し、関西電力は、消防ポンプを用いて使用済燃料プールへ海水を注水し水位を確保するとしている。また、大規模なプール水の漏えい等によってプール水位が維持できない場合には、可搬式スプレイ設備によって使用済燃料プールの上から水をスプレイすることで、燃料損傷を緩和するとしている。

規制委員会は、これらの冷やすための設計方針に加えて、後述のとおり、これらを実現するための設備、手順、体制が整備されていること、訓練が実施されていること、また、対策の有効性が確認できたことから、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

(3) 閉じ込める対策（原子炉格納容器冷却・減圧・過圧破損防止・熔融炉心対策、水素爆発防止対策）

新規制基準においては、前述の「冷やす」対策が機能せず炉心の著しい損傷が発生した場合においても格納容器破損を防止するため、格納容器内雰囲気圧力の圧力、温度、放射性物質の濃度を低下できることを求めている。この点に関し、関西電力は、代替低圧注水ポンプを用いて格納容器内にスプレイを行うことで、格納容器内雰囲気圧力の圧力、温度、放射性物質の濃度を低下させるとしている。さらに、原子炉補機冷却水ポンプ又は大容量ポンプを用いて格納容器再循環ユニットへ原子炉補機冷却水又は海水を注水することにより、格納容器内自然対流冷却を行うことで、格納容器内雰囲気圧力の圧力、温度を低下させるとしている。

また、新規制基準においては、炉心の著しい損傷が発生し、溶融した炉心が原子炉格納容器下部に落下した場合でも、格納容器が破損せず溶融燃料を冷却できることを求めている。この点に関し、関西電力は、代替低圧注水ポンプを用いて格納容器スプレイリングを通じて格納容器内への注水を行い、格納容器最下層にある貫通口を通じて原子炉容器下の空間（原子炉キャビティ）に流入させることで溶融燃料の拡がりを防止し、冷却できるとしている。

さらに、新規制基準においては、炉心の著しい損傷が発生した場合に発生する水素への対策として、水素爆発による格納容器及び原子炉建屋等の破損を防止できることを求めている。この点に関して、関西電力は、原子炉格納容器の自由体積の大きさから、ジルコニウム-水反応による水素が水素爆轟を起こす可能性のある濃度に至らないが、その後の放射線分解により発生する水素により濃度が上昇しないように、格納容器内に静的触媒式水素再結合装置を設置している。また、格納容器からアニュラスへ漏えいする水素については、アニュラス空気浄化設備により排出するとしている。

規制委員会は、これらの閉じ込めるための設計方針に加えて、後述のとおり、これらを実現するための設備、手順、体制が整備されていること、訓練が実施されていること、対策の有効性が確認できたことから、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

（４）抑制する対策（敷地外への放射性物質の拡散抑制対策）

新規制基準においては、格納容器破損や使用済燃料プール内の燃料体が著しい損傷に至った場合でも、発電所外への放射性物質の拡散を可能な限り抑制することを求めている。この点に関し、関西電力は、損傷箇所等へ放水することによって大気中への放射性物質の拡散を抑制すること、また、海中にポリエステル製の膜（シルトフェンス）をカーテン状に広げることによって汚染水の拡散を抑制するとしている。

規制委員会は、これらの対策の設計方針に加えて、後述のとおり、これら

を実現するための設備、手順、体制が整備されていること、訓練が実施されていること、対策の有効性が確認できたことから、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

(5) その他の対策（水源確保、電源確保等）

新規制基準においては、上記の「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」及び「抑制する」対策を十分に実施できるための必要な水源、電源の確保をすることを求めている。

水源の確保について、関西電力は、純水タンク、淡水タンク、燃料取替キャナル及び燃料取替用水ピット等を使用するとともに、大容量ポンプや消防ポンプ等を使用して海水を供給することができることから、必要かつ十分な量の水源が確保できるとしている。

電源の確保について、関西電力は、恒設代替電源として空冷式非常用発電装置を配備するとともに、可搬式代替電源として電源車を配備すること、直流電源を増強すること、号機間電力融通のための回線接続等を整備することにより、必要な電力を確保できるとしている。なお、空冷式非常用発電装置は、原子炉制御室から制御・操作可能なものとしている。

また、新規制基準においては、電源設備や低圧時の冷却設備に係る常設の重大事故等対処設備が機能喪失した際のバックアップとして、可搬型設備を配備すること、高圧時の冷却設備や減圧設備については、可搬型設備や手動設備を配備すること等を求めている。この点に関し、関西電力は、恒設の代替低圧注水ポンプについて、その機能が失われた場合においても、そのバックアップとして可搬式の代替低圧注水ポンプを配備している。また、タービン動補助給水ポンプについては、現場で起動操作ができるよう可搬式バッテリーや手動油ポンプを配備している。

規制委員会は、これら対策の設計方針に加えて、後述のとおり、これらを実現するための設備、手順、体制が整備されていること、訓練が実施されていること、対策の有効性が確認できたことから、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

3. 2 設備の機能及び構造強度等

新規制基準においては、重大事故等対処設備に対し、各設備の必要な容量・セット数を確保すること、重大事故時の環境下でも必要な機能を発揮できること、設計基準事故対処設備と同時に機能を失うおそれがないこと、必要な構造強度を有すること等を求めている。

関西電力は、後述する有効性評価において機能を期待する設備や、新規制基

準で要求がある設備及びそれら設備のサポート系（計装設備等）を含め、重大事故等対処設備を網羅的に抽出している。その上で、新規制基準対応として新たに設置した設備に加え、既存の設計基準事故対処設備であっても、重大事故時に新たな使用目的や新たな使用環境での作動要求が加わる設備については評価対象として設定し、新規制基準への適合性確認を行っている。

関西電力報告書においては、可搬型注水設備の一つである大容量ポンプについて、1台を配備するとともに、1箇所の接続口を設置するとされていた。この点に関し、規制委員会は、新規制基準においては、可搬型注水設備に対しては原子炉1基あたり2セット以上とバックアップ機器の配備、また、異なる複数の接続口の設置を求めていることを指摘した。その結果、関西電力は、大飯3・4号機共用設備として当該ポンプを2台に増設し、さらにバックアップ用ポンプを1台配備し、また、異なる2箇所の接続口を整備した。

また、関西電力報告書においては、可搬式代替低圧注水ポンプの附属設備である専用電源車を恒設代替低圧注水ポンプと兼用するとしていた。この点に関し規制委員会は、新規制基準においては、可搬式代替低圧注水設備と恒設代替低圧注水設備は、それぞれ別の電源を配備することを求めていることを指摘した。その結果、関西電力は、規制委員会の指摘を踏まえ、恒設代替低圧注水ポンプの専用電源車を新たに設置した。

以上を踏まえ、規制委員会は、重大事故等対処設備については、新規制基準の要求に従って配備されており、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

3. 3 体制、教育・訓練、手順等

(1) 体制

規制委員会は、重大事故発生時の体制について、特に、初動対応段階の体制に着目して確認を行った。初動対応段階とは、重大事故発生後、緊急時対策本部が機能するまでの段階であり、事故直後の対応として、特に迅速な対応が求められるものである。この点に関しては、関西電力報告書には記載されていなかったが、評価会合等において関西電力から以下のとおり説明があった。

- 初動段階における指揮命令系統については、当直課長が、原子炉制御室にて指揮命令を行うが、当直課長の他に、当直課長と同様の教育・訓練を受けた当直主任を配置するなど、3号機及び4号機で同時に重大事故が発生した場合でも、並行して2つの指揮命令系統が構築できる要員が配置されており、事象に応じた柔軟な体制が構築されている。
- その他の要員は号機毎に専属として配置されている他、事象の状況に応

じて現場で給水作業等を行うための緊急安全対策要員約 200 名が常に発電所から約 10 km 圏内に待機している。

- 関係する要員の召集においては、「社員呼び出しシステム」を活用するが、全交流電源喪失時等で社内ネットワークが遮断された場合でも、衛星回線を用いて非常召集を行い、参集が可能である。
- 緊急時対策本部が機能開始した後の体制についても、必要な人員や役割分担が明確であり、初動対応段階も含め、重大事故の対応がとれるように計画されている。

以上を踏まえ、規制委員会は、重大事故発生時の体制について、関西電力において、適切な検討及び対応がなされていると評価した。

(2) 教育・訓練

新規制基準においては、重大事故発生時に適切かつ柔軟に対処するため、重大事故時のプラント挙動や機器操作方法等について定期的に教育を行うとともに、重大事故の発生を想定した訓練を日常的に行うこと、また、それらを計画的かつ実効的に実施するとともに、必要な力量が付与される教育等を実施することを求めている。

関西電力は、関係する要員に対して、重大事故時のシナリオや、事象進展に沿った対応演習などを計画的に実施するとともに、各種研修において教育内容の習熟度を踏まえたカリキュラムを構築する等、必要な力量を付与するための工夫をしている。また、今回追加される可搬式代替低圧注水ポンプ等の重大事故等対応設備の運用方法等についても、個別操作訓練や一連の事故シーケンスに対する訓練を実施している。

規制委員会は、重大事故に対処するための要員に対する教育・訓練について、関西電力において適切な検討及び対応がなされているものと評価する。なお、関西電力はこれらの教育・訓練を継続的かつ計画的に行い、重大事故対応に対する習熟度を高めることが必要である。

(3) 手順

新規制基準においては、重大事故等の発生時はもとより、大規模な自然災害や航空機衝突等のテロリズムにより原子炉施設に重大な損傷が発生した場合においても、適切かつ柔軟に対応できるよう、手順を定めることを求めている。

① 重大事故に係る手順

新規制基準においては、重大事故時の幅広い状況に対応するため、事象の種類、事象の進展等に応じて適切かつ実効的な対応ができるよう、想定

事象に応じた要求事項を個別に定めている。具体的には、冷却材圧力バウンダリが高圧の場合であって設計基準事故対処設備の有する原子炉の冷却機能が喪失した場合において、炉心の著しい損傷を防止するために原子炉を冷却する手順が適切に定められていること等を求めている。

規制委員会は、重大事故に係る手順の確認にあたり、これらの要求事項への適合性はもとより、作業員が手順に沿って対応できるかといった実効性の観点から以下の点について確認し、それぞれ適切に考慮されていることを評価した。

- 実際の操作時間を踏まえ、作業員が対応する時間が現実的であること
- 作業に迷いが生じないように、炉心溶融に係る判断根拠等、重要な判断基準が明確に記されていること
- 事象進展に合わせて、瞬時に作業内容を確認できるよう、フローチャート形式でまとめられていること
- 発生している事象が特定できず、事象ベースの手順書が適用できない場合においても適切な対応ができるよう、安全機能確保を目的とした手順書となっていること

② 外部事象に係る手順

新規制基準においては、大規模な自然災害や意図的な航空機衝突等のテロリズムに対しても、可搬設備を主体とした対応により原子炉の損傷の影響を緩和するための手順を予め定めることを求めている。

規制委員会は、関西電力が、これらの事態に対応するための手順を、重大事故に係る手順書を踏まえつつ整備しているものと、評価した。

(4) 設備の維持管理方針

新規制基準においては、重大事故等対処設備について、設計段階のみならず運転段階においても、技術基準に示された性能を維持することを求めている。

関西電力は、運転段階において、重大事故等対処設備についても、現行の設計基準事故対処設備と同様に定期的に機器を起動し性能確認等を行う他、外観・分解検査等の保守管理を行い、新規制基準に適合していることを確認するとしている。

規制委員会は、関西電力が、重大事故等対処設備について規制要求事項に従った維持管理を行う方針であることを評価した。

3. 4 有効性評価

規制委員会は、重大事故等対処設備や体制、手順等の有効性を評価するため、著しい炉心損傷や格納容器破損等に至る具体的な事故シーケンスに当てはめて検討し、重大事故を防止できること、重大事故が発生したとしても収束できること等を確認した。

(1) 対象事故シーケンスの選定

新規制基準においては、有効性評価を実施する事故シーケンスグループについて、規制委員会が指定する事故シーケンスグループを含めることを求めている。また、個別プラントの内部事象及び外部事象に関する確率論的リスク評価（以下「PRA」という。）又はそれに代わる方法により評価を実施し、規制委員会が指定する事故シーケンスグループと炉心損傷頻度又は影響度の観点から同程度又はそれ以上の事故シーケンスグループが抽出された場合には、事故シーケンスグループに追加することを求めている。

この点に関し、関西電力は、事故シーケンスグループの選定にあたり、PRAの知見を活用したイベントツリーを用いて炉心損傷に至る事故シーケンスを抽出し、これが安全機能喪失の観点から選定した事故シーケンスグループに全て含まれていることを確認するとともに、結果的に規制委員会が指定する事故シーケンスグループに全て含まれることを確認した。したがって、大飯3・4号機として個別に追加する事故シーケンスグループはないとしている。

また、評価ガイドでは、事故シーケンスグループに複数の事故シーケンスが含まれる場合に、有効性評価の対象とする事故シーケンス（以下「重要事故シーケンス」という。）の選定にあたって、重大事故防止対策の実施に対する余裕時間の短さや重大事故防止に必要な設備容量の大きさ、事故シーケンスグループ内での代表性等といった観点から選定するよう求めている。

この点に関し、関西電力は、事象進展の早さや必要な設備容量の大きさを踏まえ、燃料被覆管最高温度、原子炉容器最高圧力、格納容器最高圧力、格納容器最高温度等がより厳しくなるシーケンスを重要事故シーケンスとして選定している。

この重要事故シーケンスの選定に際して、関西電力は、抽出した事故シーケンスのうち、Excess LOCA（極めて大規模な冷却材喪失事故）、大 LOCA＋低圧注入失敗等の一部の事故シーケンスについては、当該シーケンスの発生頻度が極めて低いものであることから、選定から除外している。なお、当該事故シーケンスにおいては、影響緩和の可能性又は格納容器破損防止対策に期待できるとしている。

以上を踏まえ、規制委員会は、関西電力が選定した有効性評価の対象とす

る事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンスは、新規制基準及び評価ガイドに沿った方法で選定されているものと判断した。

(2) 有効性評価の手法・範囲及び解析条件

① 有効性評価の手法及び範囲

評価ガイドでは、有効性評価の手法等について、実験等を基に検証され、適切な適用範囲を有するモデルを用いること、不確かさが大きいモデルを使用する場合にはその影響を考慮すること、少なくとも外部支援がないものとして7日間の評価をすること等を求めている。この点に関し、関西電力は、以下のとおり対応している。

- 有効性評価を実施する際に使用した解析コードについて、シビアアクシデント時の主要な挙動や現象について適切にモデル化し、解析するシーケンスに対して適用可能であることを実験や解析による検証を通じて確認している。また、適用する事象の範囲についても適切に検証している。
- 解析における不確かさに関しては、解析の入力条件を保守的に設定し、その場合でも適切な対応ができる等の有効性を確認している。
- 有効性評価の実施にあたっては、事象発生直後の短期対策に加えて、発生後7日間まで外部支援がないものとして評価している。

以上を踏まえ、規制委員会は、有効性評価の手法及び範囲については、評価ガイドに沿った方法で設定されているものと判断した。

② 解析条件

評価ガイドでは、解析条件に関し、事故の規模を左右する条件については、プラント状態や設備容量等については設計値等を用いる等、現実的な条件を設定するよう求めている。さらに、期待している重大事故等対処設備の作動開始時間については、操作現場の状況を踏まえ、訓練実績等に基づいて設定するよう求めている。

関西電力は、有効性評価を実施する前提として、1・2号機は停止中（炉内に燃料は装荷されていない）としているほか、原子炉停止機能喪失の事故シーケンスにおいては、7月の炉心状態を前提としているなど、現状を踏まえた条件を用いている。また、重大事故等対処設備に期待している作動開始時間については、これまでの訓練等に基づく実移動時間や、操作等に必要な時間を現実的に想定した上で、十分に対応できる時間を設定したとしている。

規制委員会は、関西電力が、評価対象以外の号機の状態について、重大

事故の起因事象が外的事象である場合と内的事象である場合に分けて設定していることを確認した。また、規制委員会が、評価対象以外の号機の状態が不明な状況であっても、各号機それぞれで対策が完結できるように設備面、体制面の整備をすべき旨指摘したところ、関西電力は設備面、体制面で最も厳しくなる事象が大飯3・4号機で同時発災したとしても、対応ができることを示した。

評価ガイドにおいては、「全交流電源喪失+RCP（一次冷却材ポンプ）シールLOCAなし」の事故シーケンスにおいて、24時間の交流電源の喪失を求めているのに対し、関西電力は、当該条件を考慮せずに有効性評価を実施していた。この点に関し、規制委員会は、関西電力に対し評価ガイドに従って24時間の交流電源喪失を考慮するよう指摘したところ、関西電力は改めて当該条件を考慮した評価を実施し、対策に有効性があることを示した。

以上を踏まえ、規制委員会は、評価ガイドに沿った方法で解析条件が設定されているものと判断した。

なお、関西電力は、炉外溶融燃料-冷却材相互作用により水蒸気爆発が発生する場合の健全性の評価を実施していたが、この点に関しては、これまでに実施されている実験結果等から、大規模な水蒸気爆発に至る可能性は極めて小さいと考えられるものの、格納容器健全性を解析するための一例としたものであるとした。

（3）有効性評価の結果

新規制基準においては、重大事故対策に有効性があることを確認するための評価項目を定めている。例えば、格納容器破損の防止対策については、主に以下の評価項目を概ね満足するよう求めている。

- 格納容器バウンダリにかかる圧力及び温度が最高使用圧力・温度又は限界圧力・温度を下回ること。なお、限界圧力・温度を評価項目として用いる場合には、その根拠と妥当性について示すこと
- 放射性物質の総放出量は、放射性物質による環境への汚染の視点も含め、環境への影響をできるだけ小さくとどめるものであること
- 原子炉格納容器が破損する可能性のある水素の爆轟を防止すること

規制委員会は、関西電力による有効性評価の結果が、これらの要求を満足していることを確認した。このうち、限界圧力及び限界温度については、関西電力が、旧原子力発電技術機構（NUPEC）が実施した重要構造物安全評価（原子炉格納容器信頼性実証事業）の結果を根拠として設定していることを確認した。その際、格納容器内の圧力及び温度が高い温度（100℃以上）で

維持される事故シーケンスがあったことから、長期間高温環境下におけるコンクリートの健全性を評価し、各種のコンクリートに対する試験結果からコンクリートの物性が著しく低下することはないことを確認した。

また、規制委員会は、最も環境へ放射性物質が放出される事故シーケンスにおいても、事象発生から7日後までのCs-137の総放出量が約5.2TBqであることを確認した。

さらに、規制委員会は、事故時の対処要員や燃料等を最も必要とする事故シーケンスが大飯3・4号機で同時発災したとしても関西電力が各々のプラントで個別に対応できる要員や燃料を準備していることを確認した。また、炉心損傷に至らない事象に関しては、7日を超えた長期間にわたる対策の方向性についても、原子力事業者防災業務計画に定める復旧対策として定めるべき事項毎に、検討がなされていることを確認した。

以上を踏まえ、規制委員会は、前節までで確認した重大事故を防止するために必要な設備及び体制・手順等が有効性を有しているものと評価した。

4. 共通事項に関する評価

(1) 原子炉制御室

新規制基準においては、原子炉施設外の状況が把握可能な設計であること、重大事故が発生した場合に、可能な限り運転員が原子炉制御室にとどまり対策操作ができる設備を設けることを求めている。

これらのうち、運転員が原子炉制御室にとどまるための重大事故発生時の原子炉制御室の居住性について、関西電力は、「実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド」を参考に、以下のとおり放射線被ばく評価を実施している。

- ▶ 重大事故として、格納容器破損防止対策に係る有効性評価における雰囲気圧力・温度による静的負荷のうち、格納容器過圧の破損モードにおいて想定している「大破断 LOCA 時に ECCS 注入失敗及び CV スプレイ注入に失敗するシーケンス」を評価対象事象とする。
- ▶ 放射線被ばく評価の前提となる大気中への放射性物質放出量の設定に関しては、NUREG-1465 に示された放出割合を用いて評価する。これは、MAAP コードを用いた放出量と比べて、保守的な評価である。
- ▶ 原子炉制御室インリーク試験については、「原子力発電中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について（内規）（平成 21・07・27 原院第 1 号 平成 21 年 8 月 12 日）」の別添である「原子力発電所の中央制御室の空気流入率測定試験手法」に基づき実施する。
- ▶ アニュラス空気浄化設備フィルタ及び原子炉制御室非常用循環設備フィルタの温度及び湿度に対する影響について、重大事故時に想定される環境条件でも影響は小さい。

これらにより算定された結果について、規制委員会は、運転員（マスク着用）の実効線量が 7 日間で約 10.5mSv（3 号機事故発生時及び 4 号機事故発生時の合算値）となり 100mSv を超えないことを確認した。また、設計基準事故として、原子炉冷却材喪失及び蒸気発生器伝熱管破損を評価事象とした被ばく評価の結果は、運転員（マスク無し）の実効線量が 30 日間で最大約 18mSv となり 100mSv を超えていないことを確認した。加えて、原子炉施設外の状況把握として、原子炉制御室で気象庁の警報情報を入手できること及び屋外に設置したカメラによって状況把握が可能であることを確認した。

以上を踏まえ、規制委員会は、原子炉制御室については、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

(2) 緊急時対策所

新規制基準においては、重大事故が発生した場合に、可能な限り対策要員が緊急時対策所にとどまり、必要な対策指令を発するとともに、発電所内外の関係箇所と通信連絡し、必要な要員を収容する等の現地対策本部としての機能を維持できることを求めている。

関西電力報告書においては、あらかじめ定められていた緊急時対策所である第一事務所地下1階が耐震性及び放射線防護の点で十分ではないことから、大飯3・4号機原子炉制御室横の会議室を代替緊急時対策所としつつ、発生した事象に応じて、大飯1・2号機原子炉制御室横の会議室などを選択して移動して使用するとしていた。

この点に関し、規制委員会は、新規制基準の要求事項を踏まえつつ、以下の点について指摘をした。

- ▶ 緊急時対策所と原子炉制御室は共通要因によって同時に機能喪失しないことを求めており、大飯3・4号機原子炉制御室と同原子炉制御室横の会議室は、共通の要因によって同時に機能喪失するおそれがある。
- ▶ 大飯3・4号機原子炉制御室横の会議室のみでは、事故対策要員を収容する上で十分なスペースではないのではないか。
- ▶ 緊急時対策所においては、外部の支援なしに1週間活動するため、飲料水、食料等の備蓄を含めた体制整備を求めているところ、その状況について整理すること。
- ▶ 緊急時対策所については、必要な場合に直ちに機能するか等の点を含め、手順の整備、訓練が必要である。事故対策を進めている中での場所の移動は、その間指揮が断絶するおそれがある。

この点に関し、関西電力は、大地震を起因とする事故の場合を除き、事故発生時には現在の緊急時対策所である第一事務所地下1階で事故対策を指揮することとし、事故が進展し原子力災害対策特別措置法（以下「原災法」という。）第10条通報に至る場合に大飯1・2号機原子炉制御室横の会議室を緊急時対策所とし、ここに移動するとの手順を示した。

この点に関し、規制委員会は、事故の進展に応じて緊急時対策所を第一事務所地下1階から大飯1・2号機原子炉制御室横の会議室へ移動することに関して、原災法第10条通報から同法第15条通報に至る進展の早い事故事象も存在し、移動の時間的余裕がない場合が想定されること、また移動の間指揮が断絶するおそれがあることから、事故の場合には、直ちに、大飯1・2号機原子炉制御室横の会議室を緊急時対策所とするべきであることを指摘した。この点に関し、関西電力は、緊急時対策所の設置が必要な事故が発生した際には、直ちに大飯1・2号機原子炉制御室横の会議室を緊急時対策所

とし、ここで指揮を行うこととした。

規制委員会は、大飯 1・2 号機原子炉制御室横の会議室の、緊急時対策所としての居住性については、事故対策の指揮者である 38 名（交代要員を含む）がとどまり指揮をとることが可能な広さであること、現場の作業要員については大飯 1・2 号機原子炉制御室に約 100 名、その他の者は研修館等に待機することが可能であること、大飯 1・2 号機原子炉制御室横の会議室及び大飯 1・2 号機原子炉制御室の 7 日間の放射線被ばく線量の評価結果は、それぞれ約 4mSv、約 24mSv となり 100mSv を超えていないことを確認した。加えて、緊急時対策所にとどまる指揮者 38 名及び作業要員 1000 名の 1 週間分の食料等が備蓄されること、手順の整備及び訓練を実施していることを確認し、1 週間外部からの支援が得られない場合を含め、大飯 1・2 号機が停止中であるとの前提において、大飯 1・2 号機原子炉制御室横の会議室は、同号機原子炉制御室と相まって緊急時対策所の機能を果たし得ることを確認した。

規制委員会は、現地調査において、大飯 1・2 号機原子炉制御室横の会議室は、テレビ会議用画面やプラント状況表示画面が小さく要員が情報共有し難いこと、資機材の配置が適切でないこと、上階に設置された機器の作動音が大きく事故対策に支障を来すおそれがあること、不要な機材が置かれていること等、実運用に向けて一層の改善が必要であることを指摘した。関西電力は、これらの点に対し、早急に対応するとしている。

さらに、緊急時対策所については、東京電力福島第一原子力発電所事故の収束作業における状況に鑑みれば、指揮者及び作業要員を含め、長期間の滞在をも考慮した事故対策の円滑な実施が可能な余裕を持ったスペース等が確保できる場所が必要であり、大飯発電所で建設が進められている免震事務棟の早急な開設が求められる。

以上を踏まえ、規制委員会は、大飯 1・2 号機原子炉制御室横の会議室を緊急時対策所として設定することを前提に、概ね適切な準備がされていると評価した。

（3）計装設備

新規制基準においては、重大事故が発生した際に、計測機器の故障により事故の対処に必要な情報を計測することが困難になった場合でも、当該情報を推定するために有効な情報を把握できる設備を設けることを求めている。

規制委員会は、関西電力報告書等から、重大事故時に用いる計装設備が、適確に抽出されていること、設備毎に測定範囲が明らかになっていること、本来の設備が計測困難となった場合でも当該情報を推定するための設備が

設けられていることを確認したことから、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

(4) モニタリング設備

新規制基準においては、モニタリングポストについては、非常用所内電源に接続しない場合は無停電電源などにより電源復旧までの期間を担保できること、モニタリングポストの伝送系は多様性を有する設計であることを求めている。さらに重大事故が発生した際に、陸上及び海上において放射性物質の濃度等を監視・測定するとともに、記録できる設備を設けること、風向、風速その他気象条件を測定及び記録することを求めている。

規制委員会は、関西電力報告書等から、モニタリング設備の種類、性能、台数、電源の接続状況、測定データの伝送方法等を確認し、これらにより重大事故時にも必要な監視及び測定ができるものと評価した。

(5) 通信連絡設備

新規制基準においては、所外必要箇所への専用であって多様性を備えた通信回線の設置、所内必要箇所間の多様性を備えた通信連絡設備の設置、通信連絡設備等の無停電電源等への接続を求めている。さらに、重大事故が発生した際に、所外と事故に対処するために必要な通信連絡を行うことができる設備を求めている。

規制委員会は、関西電力報告書等から、通信連絡設備の種類、所外及び所内必要箇所への通信回線の設置状況、通信連絡設備の電源の接続状況等を確認したことから、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

5. 現地調査

(1) 調査方針

規制委員会は、関西電力報告書等に基づき、評価会合、ヒアリングを通じ書面にて現状評価作業を進めたが、現場に配備された設備機器や訓練等を確認するため、平成25年6月15日に、更田委員及び規制庁が大飯発電所の現地調査を実施した。

(2) 調査結果

現地調査において確認した主な点は以下のとおり。

① 設計基準対応

耐津波設計としては、取水口及び放水口付近における想定津波の流入経路や取水口付近における2台の潮位計の設置予定場所等について確認した。また、規制委員会は、関西電力による自主的な取り組みとして外海側の津波監視を強化するため、放水口付近についても潮位計の設置等の更なる改善が望ましい旨指摘した。

内部火災対策としては、ウエス等の可燃物を金属箱に収納するなど火災の発生防止のための措置、火災の感知・消火のための措置、系統分離などの火災影響軽減のための措置等を確認するとともに、次回定期検査期間において設置予定である機器本体に向けた自動消火設備の設置計画も併せて現場で確認した。また、規制委員会は、関西電力による自主的な取り組みとしてほう酸ポンプや制御用空気圧縮機の系統分離のために設置されている耐火スクリーン（シリカクロス）の開口部の縮小、監視カメラの死角の解消等を含め更なる改善が望ましい旨指摘した。

内部溢水対策としては、溢水を想定するターミナルエンド部等の溢水源、その周辺の防護対象設備の位置関係、蒸気漏洩した際の蒸気の検知及び当該系統の隔離等について、次回定期検査期間中に設置予定である遠隔隔離弁の設置計画も併せて現場で確認した。また、規制委員会は、廃棄物処理建屋については、想定すべき溢水源が多いことから、耐震Sクラス相当への補強工事等、更なる改善が望ましい旨指摘した。

② 重大事故対策

重大事故等対処設備については、可搬式代替低圧注水ポンプ、仮設組立式水槽、大容量ポンプ等について、6月末に配備予定であるものを除き、設置・保管場所の確認、起動確認等を実施した。

重大事故対応のための訓練については、炉心溶融までの時間が短い代表事故シーケンスである「大LOCA+ECCS注水失敗+格納容器スプレイ失敗」

について、可搬式代替低圧注水ポンプ接続及び通水模擬訓練、大容量ポンプ接続模擬訓練及び格納容器再循環ユニットへの海水注入模擬訓練について、機器の取付け、所定の時間内での準備等を現場で確認した。また、規制委員会は、①夜間等の作業環境の悪い状況においても作業することを想定し、ヘルメットのヘッドライト等だけでなく投光器等の照明を配備すること、②大容量ポンプによる海水の取水ポイントについて選択肢を増やすことや海水取水のためにスロープを設置すること、③重大事故に対応する全ての作業員は役割毎に習熟度を向上させるため、訓練を繰り返すことが必要であることを指摘した。

重大事故時における緊急時対策所（1・2号機原子炉制御室横の会議室）については、要員を収容可能なスペース、対策要員の装備品、衛星電話等の通信連絡設備、1週間事故対応するための飲料水や食料等について、報告等で確認したとおりであることを現場で確認した。また、規制委員会は、①要員がテレビ会議や発電所情報を確認できるように画面を大型化すること、②機械音により指示等が遮られないよう対策を実施すること、③重大事故対応の実効性向上を図るため原子炉制御室を含めたレイアウトを変更すること、④不要機材を撤去することが必要であることを指摘した。

（3）指摘事項への関西電力の対応

関西電力は、現地調査における内部火災対策、緊急時対策所、海水取水ポイント等に係る指摘事項については、概ね本年6月末までに、改善策を講じる予定である旨説明があった。

（4）まとめ

規制委員会は、現地調査で確認した範囲内においては、関西電力報告書等との乖離はないことを確認した。

また、現地調査実施以降6月末までに配備された機器、手順等、またこれらを用いた訓練については、現地の原子力保安検査官が確認を行った。

6. 結論

大飯 3・4 号機について、新規制基準に照らして現状を評価した結果、6 月末時点の施設及び運用状況において、直ちに安全上重大な問題が生じるものではないと判断する。ただし、既に指摘した様に、新規制基準施行後審査においては対応すべき課題があり、これらに対し適切に対策を講じることが必要である。

なお、今回の現状評価にあたり、関西電力からは作業に対する積極的な協力が得られたものの、一部において見られた、対策を小出しに提案して新規制基準を満たす最低線を探ろうとするかのような姿勢は、新規制基準施行後審査を効率的に進める上で障害になるものと考えられる。

今回の現状評価作業を通じて確認した主な点を以下にまとめる。

(1) 耐震評価及び耐津波評価

耐震設計評価に用いる基準地震動については、敷地周辺の熊川断層と Fo-A ~Fo-B 断層との連動の考慮及び地盤モデルを評価する上で重要な敷地の地下構造の把握を中心に検討を行った。

断層の連動の考慮については、3 つの断層の連動を考慮した地震動（3 連動地震動）により評価を進めること、また、3 連動地震動の評価に当たっては、当該震源断層と大飯発電所の距離が比較的近いことを踏まえ、地震動の斜め入射による影響を考慮するとともに、断層上端深さ、断層傾斜角、アスペリティ位置、破壊開始点及び短周期レベル（応力降下量）のそれぞれの不確かさについて考慮して評価を行うことを求めた。その結果、今回の耐震評価においては、耐震バックチェックで用いた 3 連動地震動を基準地震動として施設への影響検討を行うこととし、その際、3 連動による基準地震動が一部周期帯で Fo-A~Fo-B 断層による基準地震動（当初の基準地震動）を超えていることにも留意することとした。

敷地の地下構造の把握については、現時点においては、新規制基準に照らして地下構造を詳細に把握できているとは言いがたい状況にある。本現状評価においては、敷地地下浅部に特異な構造があるようには見えないが、新規制基準で求められる地下構造の三次元的な把握を行うことが必要であるとした。

耐震設計評価については、耐震設計方針及び当初の基準地震動（最大加速度振幅 700Gal）に対する耐震強度等評価の考え方とその結果を確認した上で、3 連動による基準地震動（9 波、最大加速度振幅 759Gal）が同評価結果に及ぼす影響を評価する際の考え方とその結果を確認した。

以上より、耐震設計評価については、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

耐津波設計評価に用いる基準津波については、福井県による津波想定における地震による津波と、当該地震による津波と海底地すべりによる津波の組合せによる津波が敷地に対する影響が大きいと判断し、本評価では、この二つの津波を基準津波として施設の影響評価を行うこととした。

なお、海底地すべりの位置や地震と地すべりの発生の間隔等については不確かさが大きく、新規制基準施行後審査においては、これを津波の組合せの評価においてどのように考慮するかを含め、想定すべき基準津波について確認することが必要である。

耐津波設計評価については、新規制基準において具体化及び強化された要求事項を踏まえ、取水・放水施設、地下部等からの津波の流入防止、浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策等に係る設計方針、浸水防止設備及び津波監視設備に係る設計方針及び設計方法を確認した。また、追加検討された基準津波による施設への影響を評価した結果、施設の安全性が確保されることを確認した。

以上より、耐津波設計評価については、安全上重大な問題があるものではないと評価した。

(2) 設計基準に関する評価

現状（平成 25 年 6 月末時点）の施設等の状況及び当面講じられる対策を踏まえれば、直ちに安全上重大な問題が生じるものではないが、いくつかの点において、新規制基準を満たしていない点が認められた。主要な点は以下のとおり。

新規制基準においては、火災防護の観点から、安全機能を有する機器等を適切に分離させること等が必要であるところ、一部の機器等については、適切な分離等が図られておらず、当面は、簡易的な消火用具の設置、防火パトロール頻度の増加等の対策が講じられることを確認した。なお、新規制基準施行後審査においては、耐火壁・耐火スクリーンや自動消火設備等の設置を求める。

新規制基準においては、配管等からの溢水により原子炉施設の安全を損なわないことを求めており、このため破損を早期に検知し、破損箇所を速やかに隔離する等の対策が重要である。この点に関しては、必要な対策がなされていると評価できるものの、一部の高エネルギー配管については、検知・隔離を自動化することにより一層の安全性向上を図ることができる。また、よ

り適切な対策を講じるための前提として、溢水量のより精緻な算定を行う必要がある。

(3) 重大事故対策に関する評価

重大事故対策のため、設備、体制、手順等の整備状況、また、これらの有効性を確認した。当初、関西電力が示した重大事故対策については、新規制基準に照らして不十分な点がいくつか認められたが、評価の過程を通じて新たな対策が追加されたため、新規制基準の要求を満たしているものと判断した。対策が追加された主要な点は以下のとおり。

最終的な熱の逃し場を喪失した場合の代替機器として使用される大容量ポンプについては、当初、発電所全体で1台のみ配備するとされていたが、新規制基準における可搬型の注水設備に対する要求に従い、1台追加し2台配備し、さらに、バックアップ1台を配備することとした。

緊急時対策所については、平成27年前半の竣工を目処に、免震事務棟が準備されている。それまでの間の対応策として、本評価の過程における議論を通じて示された、大飯1・2号機の原子炉制御室横の会議室は緊急時対策所としての要件を満たすものである。